



# ТЕМИР(2+) СУЛЬФАТ – ЛИЗИН ГИДРОХЛОРИД – СУВ УЧЛАМЧИ СИСТЕМАСИ ҚАТТИҚ ФАЗАСИНИНГ ШАКЛЛАНИШИНИ ЎРГАНИШ

Алиев Т.Б. <sup>1</sup>[0009-0001-1176-4976], Эрназаров К.А. <sup>2</sup>[0009-0003-4655-7170],  
Каримов З.Т. <sup>3</sup>[0009-0001-7746-2858], Хусенов Қ.Ш. <sup>4</sup>[0000-0003-2849-8229],  
Холиқова Н.Э. <sup>5</sup>[0009-0001-2408-1349]

<sup>1</sup>Навоий давлат кончилиги ва технологиялар университети, доцент, PhD.

<sup>2</sup>Навоий давлат университети катта ўқитувчиси

<sup>3</sup>Навоий давлат кончилиги ва технологиялар университети, катта ўқитувчи,  
к.ф.н.

<sup>4</sup>Навоий давлат кончилиги ва технологиялар университети, доцент, к.ф.н.

<sup>5</sup>Навоий давлат кончилиги ва технологиялар университети магистранти

**Аннотация.** Ушбу мақолада уч компонентли системанинг эрувчанлик диаграммаси ўрганилди. Диаграммада қаттиқ фазада битта янги модда ҳосил бўлиши аниқланди. Унинг таркиби  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_2 \cdot \text{HCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  бўлиб, тузилиши турли хил физик – кимёвий усулларда ўрганилди. Бунда темир(II) ионларига лизиннинг N- ва O- каби донор атомлари орқали координацияланади. Бу мақола натижаларидан биокимё, физикавий кимё ва координацион кимё фанларини ўтишда фойдаланиш мумкин.

**Калит сўзлар:** Система, эрувчанлик диаграммаси, аминокислота, комплекс, термогравметрия, суяқ ва қаттиқ фаза, изотермик, тўйинган эритма, қовушқоқлик, синдириш кўрсаткичи.

**Аннотация.** В данной статье исследована диаграмма растворимости трехкомпонентной системы. На схеме обнаружено, что в твердой фазе образуется одно новое вещество. Его состав  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_2 \cdot \text{HCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , строение изучено различными физическими и химическими методами. Ионы железа(II) координируются через донорные атомы, такие как N- и O- лизина. Результаты данной статьи могут быть использованы в курсе биохимии, физической химии и координационной химии.

**Ключевые слова:** Система, диаграмма растворимости, аминокислота, комплекс, термогравметрия, жидкая и твердая фаза, изотермический, насыщенный раствор, вязкость, показатель преломления.

**Abstract.** This article examines the solubility diagram of a three-component system. The diagram shows that one new substance is formed in the solid phase. Its composition is  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_2 \cdot \text{HCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , its structure has been studied by various physical and chemical methods. Iron(II) ions are coordinated through donor atoms such as N- and O-lysine. The results of this article can be used in courses in biochemistry, physical chemistry and coordination chemistry.

**Key words:** System, solubility diagram, amino acid, complex, thermogravimetry, liquid and solid phase, isothermal, saturated solution, viscosity, refractive index.

## Кириш

Мувозанатли қаттиқ фазада кристаллизацияланиш марказларини пайдо бўлиш жараёнларини эритмада боришига таъсир этувчи муаммолар нафақат эритмалар кимёсида энг долзарб ҳисобланади, балки барча ноорганик ва координацион кимё учун ҳам ўз долзарблигини сақлаб қолади. Гетероген сув-туз системасида қаттиқ фазали бирикмаларнинг ҳосил бўлишини асосий қонуниятларини очиш ноорганик материалшунослик учун муҳим аҳамиятга эга, чунки у функционал материалларни суяқлик фазасида синтези учун янги имкониятлар очади. Туз компонентлари хоссаларидан бундай бирикмаларнинг таркиби, тузилиши ва кристалланиши шартларининг боғлиқлигини ўрнатиш имкон беради. Ушбу моддаларни синтез қилиш усулларини оптималлаштириш, шунингдек, аввалроқ кристалланидиган



бирикмаларнинг ҳосил бўлиш шартлари ва хоссаларини ўрганилмаган тизимларда башорат қилишга имкон беради ҳамда мазкур тадқиқотдан юқоридагиларнинг барчасини долзарблиги аниқланади.

Маълумки, аминокислоталар тирик организмлар фаолиятида муҳим ўрин тутиб, айниқса, лизин болалар организмнинг ўсишини таъминлашда катта аҳамиятга эга, унинг етишмаслиги ўсишни тўхташида, оқсиллар биосинтезини тармоқланиши жараёнларида намоён бўлади. Лизин бирикмалари оғриқни қолдирувчи, тинчлантирувчи, миокардни даволовчи восита сифатида ишлатилади [1-2].

Лизин катта физиологик активликка эга бўлганлиги учун ҳам, унинг биометалларининг ионлари билан комплекс бирикмалари ҳосил қилишини ўрганиш муҳим аҳамият касб этади.

Шу мақсадда, уч компонентли (темир(II) сульфат–лизин гидрохлориди–сув) системани изотермик шароитда гетероген мувозанат ҳолатида ўрганилди. Компонентларнинг изотермик ҳароратдаги (25°C) эрувчанлиги асосида эрувчанлик диаграммалари тузилди.

### Тажрибаларни бажариш услубияти

Лизинни темир(2+) сульфати билан таъсирлашувини изотермик эрувчанлик усулида ўрганилди. Ўрганилган система амалда мураккаб кўп компонентли система ҳисобланади.

Гетероген мувозанат ўрганилиш лозим бўлган  $\text{FeSO}_4\text{--C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_2\cdot\text{HCl--H}_2\text{O}$  системадаги компонентлар дастлаб, қайта кристаллаш усули ёрдамида тозаланди. Компонентларнинг изотермик ҳароратдаги 25°C эрувчанлик асосида тахминий эрувчанлик диаграммаси тузилди. Шу диаграмма асосида компонентлар маълум бир нисбатда олиниб, уларнинг тўйинган эритмалари аралашмаси олинди.

Термостат контактли термометр, реле, иситгич, магнит аралаштиргич билан жиҳозланган бўлиб, сувли термостатда керакли ҳарорат доимий аралаштириш ёрдамида эришилди. Термостатга туширилган эритмани аралаштириб ва юқори ҳароратдан белгиланган ҳароратгача тушириш давомида эритмада кристаллар ажралиб чиқиши кузатилди.

Системада мувозанат қарор топгандан сўнг, суюқ ва қаттиқ фазалардан анализ учун намуналар олинди. Суюқ фазадан намуналар олишда кристаллар тушмаслиги учун пипеткага пахтадан тиқин қуйилади. Сўнгра тўйинган эритмани оғирлиги ўлчаб қуйилган шлифли бюксга солинди. Қаттиқ қолдиқ намунасини шиша таёқча билан олиниб, филтър қоғоз суви билан тортилиб, оғирлиги дастлаб ўлчанган бюксга солинди. Ҳамма намуналар аналитик тарозида тортилди. Тортиб олинган намуналар бюксдан ўлчамли колбаларга солиниб; белгисигача сув билан тўлдирилди. Олинган эритмаларнинг таркибидаги ионлари анализ қилинди.

Лизинни аниқлаш азот бўйича амалга оширилди, унинг миқдорий таркибини Къелдал ярим микрометодидан фойдаланиш мумкин [3]. Эритмалар ва қаттиқ қолдиқлардаги Лизин аминокислотасининг топилган таркиби қўйидаги тенглама ёрдамида ҳисобланади:

$$\% \text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_2 = K \cdot 100 \cdot T \cdot 100 / V \cdot m$$

Темир трилонометрик усуллар билан содда, анча аниқ ва тезроқ аниқланди. Трилон Б титрланган эритма сифатида темирни аниқлашда индикатор мурексиддан фойдаланилган [4-8]. Эритмалар ва қаттиқ қолдиқлардаги темир ионларининг миқдори тенглама ёрдамида ҳисоблаб чиқилган:

$$\% \text{Fe}^{2+} = K \cdot 100 \cdot T \cdot 100 / V \cdot m$$



Гравиметрик усулда  $SO_4^{2-}$  ионларини, қуритиш усулида кристаллизацион сувнинг миқдорини аниқланди. Шунингдек, “таркиб-хосса” ҳолатини аниқлаш мақсадида, ҳар бир олинган намунанинг суюқ ва қаттиқ фазасининг таркибини аниқлаш учун тайёрланган эритмаларининг алиқвот қисмларини зичлиги (пикнометр усулда), қовушқоқлиги (Оствальд вискозиметрида), синдириш кўрсаткичи (ИРФ -23 рефрактометрида) изотермик эрувчанлик ўрганиладиган доимий ҳароратда тадқиқот қилинди.

### Олинган натижалар ва уларнинг хоссалари

L – лизин гидрохлориди – темир (II) сульфат – сув системасини тадқиқот қилиш учун 15 та анализ намуналари олинди, шундан 9 тасининг натижалари қуйида жадвал шаклига келтирилган.

1-жадвал.

#### Суюқ ва қаттиқ фазаларнинг физик –кимёвий натижалари.

Т/ р	Суюқ фаза				Тузлар суммасига нисбатан тушган моддалар		Қаттиқ модда массаси, %		Қаттиқ фазанинг кимёвий формуласи
	$C_6H_{19}N_2O_2 \cdot HCl$	$FeSO_4$	Тузлар суммаси	$H_2O$	$C_6H_{19}N_2O_2 \cdot HCl$	$FeSO_4$	$C_6H_{19}N_2O_2 \cdot HCl$	$FeSO_4$	
1.	35,48	-	35,48	64,52	100	-	100	-	$C_5H_{15}N_2O_2Cl \cdot 2H_2O$
2.	29,10	3,20	32,30	67,70	90,09	9,91	96,17	3,23	
3.	25,10	6,25	31,35	68,65	80,06	19,9	97,22	2,78	
4.	20,00	8,20	28,20	71,80	70,92	29,08	57,14	42,86	
5.	11,86	11,19	23,00	77,00	51,35	48,65	54,18	45,82	$FeSO_4 / C_5H_{15}N_2O_2Cl \cdot 2H_2O$
6.	9,80	19,20	29,00	71,00	33,79	66,21	54,19	45,21	
7.	10,00	30,00	40,00	60,00	25,00	75,00	50,00	50,00	
8.	5,10	30,00	35,10	14,53	85,47	5,66	94,34	94,34	$FeSO_4 \cdot 6H_2O$
9.	-	33,00	33,00	67,00	-	100	-	100	

Ўрганилаётган системанинг эрувчанлик диаграммасини тўғри бурчакли учбурчак шаклида – Скренсимакрс усулида тузилди (1-расм), чунки бу – бир вақтнинг ўзида мувозанатдаги эритма ва қаттиқ фазанинг таркибини бир-бирига боғлаш имконини беради.

Диаграммадан кўриниб турибдики, лизин гидрохлоридининг  $25^\circ C$  даги эрувчанлиги 35,48% ни ташкил этади. Изотермик эрувчанлик учта тармоқдан иборат бўлиб, биринчи тармоқ, 1-3 нуқталарда қаттиқ фазада лизин гидрохлоридининг икки молекула сув тутган ҳолда кристаллизацияланишини билдиради [9-14].

Иккинчи тармоқ (3-7 нуқталар оралиғи) эса, қаттиқ фазада янги бирикма ажралиб чиқишини характерлайди. Суюқ ва қаттиқ фазаларнинг таркибини бирлаштирувчи тўғри чизиқлар бир нуқтада кесишиб, янги бирикма  $FeSO_4 \cdot C_6H_{14}N_2O_2 \cdot HCl \cdot 2H_2O$  нинг ҳосил бўлганлигидан дарак беради.



Учинчи тармоқ (7-9 нукталар оралиғи) эса, қаттиқ фазада темир(II) сульфат тузининг кристаллизацияланишини билдиради.

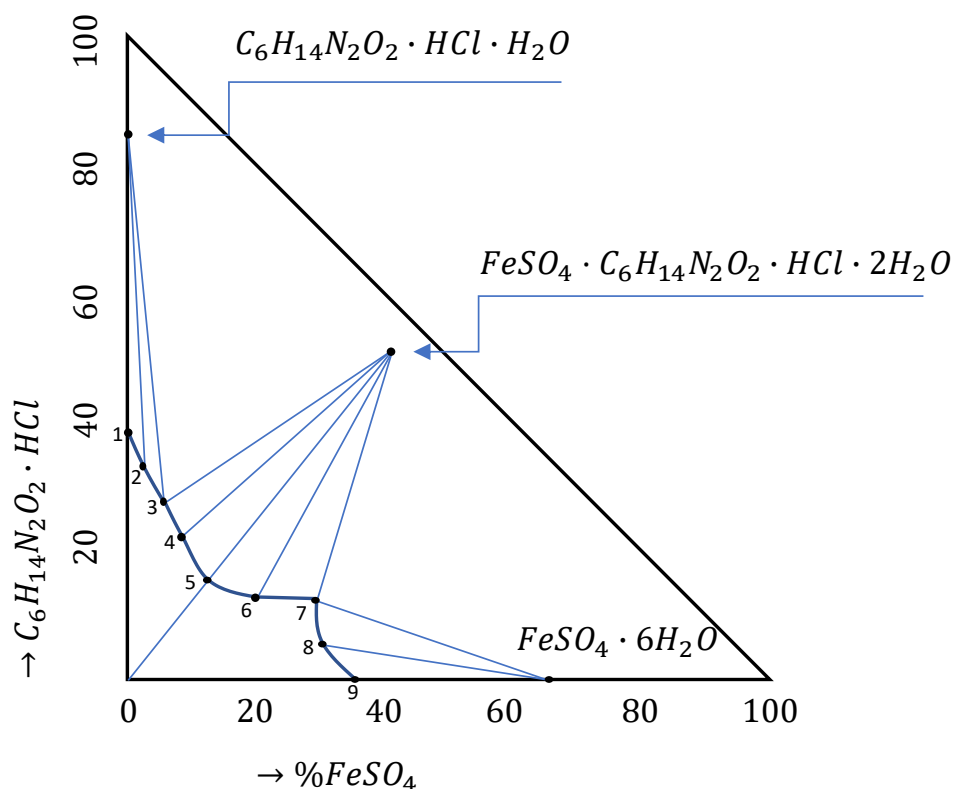
Шундай қилиб, ўрганилган учламчи системада фақатгина битта янги модда ҳосил бўлиши мумкинлигини кўрсатди. Ҳосил бўлган модда қаттиқ ҳолда ажратиб олиниб, унинг таркиби элемент анализ орқали аниқланди; N – 7,56%,  $SO_4^{2-}$  - 25,9%, Cl – 9,58%,  $Fe^{2+}$  - 15,12% ни ташкил этади [15-19].

Бу модданинг тўйинган эритмаларини зичлиги, қовушқоқлиги ва синдириш кўрсаткичлари ўлчанди ва модданинг индивидуаллиги аниқланди. Бу катталикларнинг олинган қийматлари қуйидагича:

$$d=1,414 \text{ г/см}^3;$$

$$\eta=4,7680 \text{ пяз};$$

$$n_D^{35}=1,3995$$



**1-расм. Лизин гидрохлориди – темир (II) сульфат – сув – системасининг 25°C даги эрувчанлик диаграммаси.**

Ажратиб олинган моддаларнинг ИҚ-спектрлари ва ДТГ лари ўрганилди [4-8].

Лизин гидрохлоридининг ютилиш чизиқларининг ҳолати амина ва карбоксил гуруҳлари учун кучли ўзгаради ( $1500, 1590, 3080 \text{ см}^{-1}$ ), яъни комплекс ҳосил бўлишида юқори частотали соҳага силжийди ( $1510$  ва  $1630 \text{ см}^{-1}$ ), бу гуруҳларнинг координацияга учраганлигидан далолат беради [19-23].

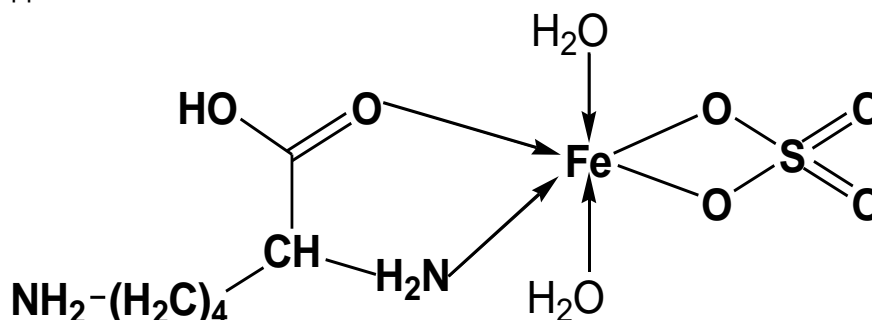
Термогравиметрия натижалари шуни кўрсатадики,  $60-120^\circ\text{C}$  температуралар оралиғида 13% га яқин сув молекулаларининг ажралиб чиқишини кўрсатади.

$200-500^\circ\text{C}$  температуралар оралиғида эндоэффekt кузатилади ва аминокислотанинг парчаланишидан далолат беради.

Ажратиб олинган модданинг физик-кимёвий таҳлил натижалари муаллифлар томонидан илгари ўрганилган аминокислотали бирикмаларнинг тузилиши ва хоссаларига яқин эканлигини кўрсатди [23-25]. Демак бу усулда оддий шароитда комплексларни осон ва қулай олиш имконини беради.



Шундай қилиб, ажратиб олинган бирикма учун қуйидаги тузилишни таклиф қилиш мумкин бўлади:



Олинган натижалардан биокимё фанидан “Аминокислоталар ва оқсиллар” мавзусини, физикавий кимё фанидан “Учкомпонентли системалар”, “гетероген системалар” ва “фазалар қоидаси” каби мавзуларни ҳамда умумий ва аорганик кимё фанидан “комплекс бирикмалар” мавзусини ўтишда фойдаланиш мумкин.

### Хулоса

Олинган натижалар асосида қуйидаги хулосалар қилинди:

1. Изотермик эрувчанлик шароитида, ўрганилган учламчи системада фақатгина битта янги модда ҳосил бўлиши мумкинлигини кўрсатди. Ҳосил бўлган модда қаттиқ ҳолда ажратиб олиниб, унинг таркиби элемент анализ орқали аниқланди; N – 7,56%,  $\text{SO}_4^{2-}$  - 25,9%, Cl – 9,58%,  $\text{Fe}^{2+}$  - 15,12% ни ташкил этади.

2. Бу модданинг тўйинган эритмаларини зичлиги, қовушқоқлиги ва синдириш кўрсаткичлари ўлчанди ва модданинг индивидуаллиги аниқланди. Бу катталикларнинг олинган қийматлари қуйидагича:

$$d=1,414 \text{ г/см}^3;$$

$$\eta=4,7680 \text{ пуаз};$$

$$n_D^{35}=1,3995.$$

3. Ажратиб олинган бирикма учун ИҚ-спектри ва термик анализ усуллари натижаларига асосланиб тузилиш формуласи таклиф қилинди.

### Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

- [1]. Биохимия: Учебник для вузов, под. редак. Северина Е.С. – М.: ГЭОТАР Медиа, 2004. – 200-280 с.
- [2]. Жебентяев А.И., Жерносек А.К., Талуть И.Е. Аналитическая химия. Химические методы анализа. – Минск; Новое знание. – 2011. – 542 с.
- [3]. Баженова Л.Н. Количественный элементный анализ органических соединений. Курс лекции. Екатеринбург. – 2008. – 356 с.
- [4]. Накамото К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. Издательство “МИР” Москва. – 1995. – 536 с.
- [5]. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. Москва. – 2012. – 55 с.
- [6]. Алиев Т.Б., Хусенов К.Ш., Бахронова О.Ж., Зайнитдинова Г.Ш. Получение и исследование гетероядерных комплексных соединений аспарагиновой кислоты. Универсум: химия и биология: электрон. научный журнал 10(100) (2022)
- [7]. Алиев Т.Б., Хусенов К.Ш., Худойбердиев Ф.И. Исследование разнолигандного комплексобразования аспарагиновой кислоты. Интернаука 25(29), 37-39 (2017)



- [8]. Худойбердиев Ф.И., Муродова С.Д., Тахирова Н.Б., Хусенов К.Ш. (2018). Изучение процесса получения дефолиантов. Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее (pp. 13-16).
- [9]. Ganiev, B. S., Khusenov, K. S., Umarov, B. B., Turgunov, K. K., & Ashurov, J. Crystal Structure and Analysis Hirshfeld Surface of the Zinc (II) Bromide Complex with 2-Aminothiadiaazole-1, 3, 4. Available at SSRN 4384289.
- [10]. Ishankhodzhaeva M.M., Umarov B.B., Khusenov K.S., Parpiev N.A. (1998). Effect of the nature of acidoligand on the geometric structure of zinc (II)-2-amino-1, 3, 4-thiadiaazole complexes. Zhurnal obshchei khimii, 68(8), 1368-1373.
- [11]. Ишанходжаева М.М., Хусенов К.Ш., Умаров Б.Б., Парпиев Н.А., Александров Г.Г. (1998) Кристаллическая структура комплекса иодида цинка (II) с 2-амино-1, 3, 4-тиадиазолом. Журнал неорганической химии, 43 (11). – С. 1837-1839.
- [12]. Хусенов К.Ш., Умаров Б.Б., Бахронова О.Ж., Алиев Т.Б. (2022). 2-Аминотиадиазол-1, 3, 4 ҳосилалари асосида айрим оралиқ металл ионларининг комплексларини тузилишини ўрганиш. *Kimyo va tibbiyot: nazariyadan amaliyotgacha* (pp. 40-44).
- [13]. Алиев Т.Б., Хусенов К.Ш., Худойбердиев Ф.И. Исследование разнолигандного комплексообразования аспарагиновой кислоты. *Интернаука* 25(29), 37-39 (2017).
- [14]. Алиев Т.Б., Хусенов К.Ш., Бахронова О.Ж., Зайниддинова Г.Ш. (2022). Получение и исследование гетероядерных комплексных соединений аспарагиновой кислоты. *Universum: химия и биология*, (10-2 (100)), 34-40.
- [15]. Aliev T., Raximova F., Husenov K., Karimov Z., Akhtamov D., Bakhranova O. (2024). Purification of model solutions from copper (2+) ions with aqueous extracts from hydrolysates of protein-containing keratin. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 548, p. 08006). EDP Sciences.
- [16]. Худойбердиев, Ф. И., Хусенов, К. Ш., Исроилов, М., & Эшмаматова, Д. (2019). Агрехимическая эффективность дефолиантов на основе хлоратов магния и натрия. *Мичуринский агрономический вестник*, 1, 7-11.
- [17]. Вапоев, Х. М., Тагаев, И. А., Тохирова, Н. Б., & Хусенов, К. Ш. (2019). Изучение характера и степени растворимости некоторых элементов в составе сульфидных руд. *Горный вестник Узбекистана № 2 (77) 2019, стр. 71, 76.*
- [18]. Хусенов, К. Ш., Алиев, Т. Б., & Бахронова, О. Ж. (2022). Кристаллическая и молекулярная структура, анализ поверхности хиршфельда комплекса бромиды цинка (ii) с 2-аминотиадиазолом-1, 3, 4. *International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences*, 3(4), 25-35.
- [19]. Хусенов, К. Ш., Умаров, Б. Б., Бахронова, О. Ж., & Алиев, Т. Б. (2022). 2-Аминотиадиазол-1, 3, 4 ҳосилалари асосида айрим оралиқ металл ионларининг комплексларини тузилишини ўрганиш. In *Kimyo va tibbiyot: nazariyadan amaliyotgacha* (pp. 40-44).
- [20]. Khusenov, K. S., Umarov, B. B., Turgunov, K. K., Sharipov, S. S., Ganiev, B. S., Akhtamov, D. T., & Safin, D. A. (2024). Synthesis, characterization and computational studies of the triangle shape complex of silver nitrate with 2-amino-1, 3, 4-thiadiaazole. *Polyhedron*, 117259.
- [21]. Khusenov, K. S., Umarov, B. B., Turgunov, K. K., Bakhranova, O. Z., Aliev, T. B., & Ibragimov, B. T. (2024). Zinc (II) complexes with thiadiaazole derivatives-1, 3, 4. *Žurnal neorganičeskoj himii*, 69(2), 193-202.
- [22]. Khusenov, K. S., Umarov, B. B., Turgunov, K. K., Bakhronova, O. Z., Aliev, T. B., & Ibragimov, B. T. (2024). Zinc (II) Complexes with Thiadiaazole-1, 3, 4 Derivatives. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 1-10.



- [23]. Husenov, K. S., Umarov, B. B., Turgunov, K. K., Ganiev, B. S., Mardonov, U. M., Ibragimov, B. T., ... & Safin, D. A. (2024). Synthesis, Characterization, and Computational Studies of the Zinc Bromide Complex with 2-Amino-1, 3, 4-thiadiazole. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 1-11.
- [24]. Husenov, K., Aliev, T., Allayorov, N., Ibragimova, M., Karimov, Z., & Abdiramanova, Z. (2024). Obtaining sorbents based on bentonite and wastewater treatment of hydrometallurgical plants. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 548, p. 04007). EDP Sciences.
- [25]. Khusenov, K., Zayniddinova, G., Aliev, T., & Karimov, Z. (2024). Spectroscopic and thermal studies of mixed ligand coordination compounds of cobalt (II) with aspartic and dicarboxylic acids. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 525, p. 02023). EDP Sciences.